


APTITUD PARA LA IMPLANTACIÓN Y SUPERVIVENCIA DE GRAMÍNEAS

View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to you by  CORE

provided by Universidad Nacional de La Pampa: Portal de Revistas Académicas

Gonzalez, Martin Ezequiel¹, Ernst, Ricardo Daniel¹ y
Ruiz, María de los Angeles^{1,2}

¹ Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, La Pampa, Argentina

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Anguil "Ing. Agr. G. Covas" La Pampa, Argentina.

@martingeniero92@gmail.com

Recibido: 14/12/2020

Aceptado: 12/04/2021

RESUMEN. Los pastizales de regiones áridas y semiáridas sufren degradación ecológica y limitaciones productivas. Una alternativa de manejo para revertir tal situación es la siembra de especies forrajeras megatérmicas. El objetivo fue evaluar caracteres vegetativos y reproductivos para el establecimiento de gramíneas forrajeras nativas e introducidas de la región semiárida pampeana. Las especies evaluadas fueron las nativas *Leptochloa crinita* y *Pappophorum caespitosum* y las introducidas *Eragrostis curvula*, *Eragrostis superba*, *Tetrachne dregei*, *Digitaria eriantha* y *Panicum coloratum*. Se determinó la supervivencia (Ix), altura de mata (AM), diámetro de mata (DM), número de macollas (NM), longitud de varas florales (LVF), número de varas florales (NVF), número de semillas por planta (NSP) y peso de mil semillas (PMS). La supervivencia, a los 3 meses de la implantación, fue alta y sin diferencias significativas entre especies. *P. coloratum* obtuvo los mayores valores respecto a: NVF (3 y 12 meses), LVF (12 meses), DM (10 y 12 meses) y PMS (4 y 14 meses de su implantación). *D. eriantha* obtuvo los mayores valores en: LVF (3 meses) y AM (3 y 12 meses); mientras que *E. curvula* en NM (10 y 12 meses), *T. dregei* en NSP (14 meses) y *P. caespitosum* en NSP (4 meses de su implantación) y tuvieron diferencias significativas con el resto de las especies. Es factible implantar las especies evaluadas, porque muestran alta supervivencia, buena propagación por macollamiento (introducidas) y elevada producción de semillas (nativas).

PALABRAS CLAVE: forrajes; pasturas; gramíneas megatérmicas; rehabilitación de pastizales; pastizal natural;

ABSTRACT. Aptitude for the implantation and survival of native and exotic estival forage grasses in La Pampa province, Argentina. Grasslands in arid and semiarid regions suffer ecological degradation and production limitations. A management alternative to reverse this situation is the sowing of mega-thermal forage species. The objective was to evaluate vegetative and reproductive characters for the establishment of native and introduced forage grasses of the semiarid pampean region. The species evaluated were: the native *Leptochloa crinita* and *Pappophorum caespitosum* and the introduced ones *Eragrostis curvula*, *Eragrostis superba*, *Tetrachne dregei*, *Digitaria eriantha* and *Panicum coloratum*. Survival (Ix), Canopy height (AM), Canopy diameter (DM), Number of tillers (NM), Length of floral stems (LVF), Number of floral stems (NVF), Number of seeds per plant (NSP) and Weight of thousand seeds (PMS) were determined. Survival, 3 months after implantation, was high and without significant differences between species. *P. coloratum* obtained the highest values regarding: NVF (3 and 12 months), LVF (12 months), DM (10 and 12 months) and PMS (4 and 14 months after its implantation). *D. eriantha* obtained the highest values in: LVF (3 months) and AM (3 and 12 months); while *E. curvula* in NM (10 and 12 months), *T. dregei* in NSP (14 months) and *P. caespitosum* in NSP (4 months after implantation) and had significant differences with the rest of the species. It is feasible to implant the evaluated species, because they show high survival, good propagation by tillering (introduced) and high seed production (native).

KEY WORDS: Forages; pastures; mega-thermal grasses; grassland rehabilitation; natural grassland;

Cómo citar este trabajo:

Gonzalez, M. E., Ernst, R. D. y Ruiz, M. A. (2021). Aptitud para la implantación y supervivencia de gramíneas forrajeras estivales nativas y exóticas en la provincia de La Pampa, Argentina. *Semiárida*, 31(2), 21-31.

INTRODUCCIÓN

Frente a esta situación, existen estrategias de manejo para recuperar áreas disturbadas, aunque la respuesta de una comunidad vegetal



a las distintas prácticas de manejo dependerá en gran medida de la composición, estructura previa, dinámica y estado del BSS (Bravo et al., 2003; Estelrich et al., 2005). Algunas de las prácticas más difundidas en la provincia de La Pampa son las quemadas prescritas y el control mecánico (Sipowicz, 1994; Estelrich et al., 2005; Prieto y Ves Losada, 2006; Rabotnikof et al., 2013). Otra práctica de manejo incluye tratamientos para mejorar las características del suelo o la creación de micrositios para el establecimiento y crecimiento de plantas forrajeras perennes (Quiroga et al., 2009). Esta técnica permitiría concentrar la carga animal, logrando un mayor macollamiento, fructificación y producción de semillas en los pastizales naturales; y de esta manera, evitar la roturación frecuente de suelos no aptos para ello (Stritzler, 2010).

Según Stritzler et al. (2007) las sequías de verano han reducido el establecimiento de las gramíneas templadas (C3), y por ello las distintas investigaciones se han centrado mayormente en la introducción de especies exóticas adaptadas a ambientes semiáridos (Ulrich, 2009). En este sentido la opción de mayor viabilidad es la implantación de gramíneas perennes estivales, también conocidas como especies Carboneo 4 (C4) o megatérmicas (Stritzler y Petruzzi, 2005), ya que en el período estival el balance hídrico y los niveles de temperatura permiten una producción forrajera de alto nivel, incluso en suelos pobres, debido a que estas especies son más eficientes en la captación de CO₂ con altas temperaturas e intensidad de luz (Sage, 2004).

Sin embargo, al utilizarse especies introducidas, los resultados de la siembra pueden ser variables como consecuencia de la predación de semillas, falta de condiciones ambientales óptimas que induzcan la germinación, baja supervivencia, entre otras (Morici, 2006). Por ello, existe la posibilidad de enriquecer el BSS degradado de los pastizales naturales con especies forrajeras nativas adaptadas a estos ambientes, y así contribuir al mantenimiento de la diversidad biológica que ha evolucionado en la región (Quiroga et al., 2009).

De esta manera, es necesario un estudio

comparativo de gramíneas estivales nativas e introducidas, a fin de evaluar su capacidad de implantación, supervivencia y diseminación en el ambiente semiárido, para contrastar sus aptitudes y entender cómo interactúan en el nicho ecológico que comparten. El objetivo del presente trabajo fue evaluar distintos caracteres vegetativos y reproductivos involucrados en la implantación y diseminación de diferentes especies forrajeras megatérmicas nativas e introducidas utilizadas en la región semiárida pampeana, para incrementar la oferta de forraje y rehabilitar pastizales degradados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar este trabajo se seleccionaron dos especies forrajeras de gramíneas nativas estivales, *Leptochloa crinita* (LC) con una población silvestre de General Alvear (GA) provincia de Mendoza y una población silvestre de Puelén (P) provincia de La Pampa y *Pappophorum caespitosum* (PP) obtenida de una población silvestre de General Alvear (Mendoza). En cuanto a las especies de gramíneas exóticas estivales analizadas en el trabajo, todas tienen su origen en Sudáfrica y son *Eragrostis curvula* (EC) variedad Don Walter, *Eragrostis superba* (ES) cv Palar, *Tetrachne dregei* (TD) población de Anguil, *Digitaria eriantha* (DE) cv. Irene y *Panicum coloratum* (PC) cv. Verde. Algunas de estas especies están difundidas en la región semiárida central de Argentina, mientras que otras se encuentran en estado experimental (Bandera et al., 2013; Leonhardt y Blain, 2019; Breit y Poey, 2019; Paredes y Lehr, 2019).

Las semillas de las gramíneas nativas fueron colectadas y trilladas manualmente en enero y febrero de 2017, posteriormente se almacenaron en sobres de papel hasta la siembra. Las semillas de las exóticas provenían del Banco de Germoplasma del INTA - EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". La siembra se realizó en agosto de 2017, sin ningún tratamiento previo. Dicha actividad se llevó a cabo en invernáculo, en bandejas de germinación (speedling), que contenían suelo de textura franca arenosa y arena en proporción 1:2 respectivamente. Se realizó un seguimiento semanal del número de plantas emergidas de cada población y las

bandejas fueron regadas periódicamente con agua destilada. Cuando las plantas presentaron entre 4 o 5 hojas se colocaron fuera del invernáculo, protegidas con media sombra por aproximadamente dos meses para la aclimatación o rustificación de las plantas (Gil Báez et al., 2015). Luego de la implantación se le adicionó un riego semanal durante los primeros dos meses (4 litros de agua totales por planta).

A los 107 días de la siembra, se efectuó el trasplante a campo, en la Estación Experimental Agropecuaria Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas" (EEA INTA Anguil), La Pampa (Argentina, Lat. 36° 36' 50,23" S Long 63° 58' 18,97" O; a 157 msnm) en suelo haplustol éntico, de textura franca arenosa, cuyo contenido de Fósforo y Nitrógeno total de la capa arable (0, 20 cm) arrojó valores de 33,59 ppm y 0,15 %, respectivamente, mientras que el pH fue de 5,59. Los valores de N y P son considerados altos, mientras que el pH clasifica al suelo como ligeramente ácido. La precipitación total para el periodo del ensayo fue de 707,6 mm, mientras que la media anual histórica es de 759 mm. En la figura 1 se muestra el diagrama ombrotérmico construido con datos históricos desde 1973 provenientes de la Estación Meteorológica INTA EEA Anguil, La Pampa, Argentina (Belmonte et al., 2017).

El ensayo a campo consistió en bloques al

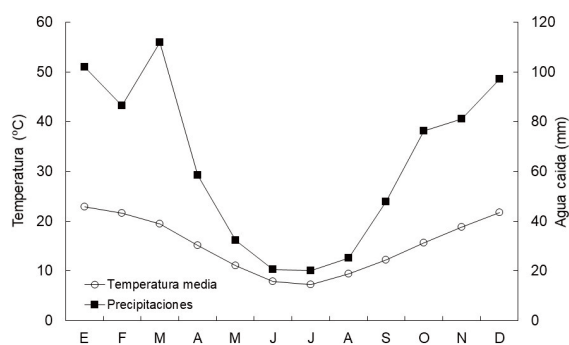


Figura 1. Diagrama ombrotérmico realizado con valores medios de precipitación y temperaturas desde 1973 en INTA EEA Anguil, La Pampa, Argentina.

Figure 1. Ombrotherm diagram made with mean values of precipitation and temperatures since 1973 at INTA EEA Anguil, La Pampa, Argentina.

azar con ocho especies y tres repeticiones. Las dimensiones de las parcelas fueron de 1,5 m², con 12 plantas de una misma especie dispuestas a una distancia de 50 cm entre sí. Los muestreos se realizaron sobre las dos plantas centrales de cada parcela, durante la etapa de crecimiento inicial (periodo comprendido entre el 24/11/2017 y el 18/01/2019). Las variables registradas fueron las siguientes:

a) Supervivencia: se determinó la proporción de plantas que permanecieron vivas durante los primeros tres meses de estudio (Nx), respecto del total de individuos al inicio del estudio (N0), mediante la fórmula $Ix = Nx/N0$, siendo Ix la supervivencia expresada en porcentaje.

b) Número de varas florales (NVF1 determinado el 07/03/2018 y NVF2 determinado el 07/12/2018): se contabilizó el número de varas florales por planta.

c) Longitud de varas florales (LVF1 determinado el 07/03/2018 y LVF2 determinado el 07/12/2018): se midió la longitud individual de las varas florales desde la base de la caña, hasta el extremo superior.

d) Altura de mata (AM1 determinado el 07/03/2018 y AM2 determinado el 07/12/2018): se midió la altura de mata desde la base de la planta hasta el extremo superior del follaje.

e) Diámetro de mata (DM1 determinado el 20/09/2018 y DM2 determinado el 07/12/2018): se midió el diámetro de cada planta y se obtuvo el diámetro mayor y menor para realizar un promedio entre estas medidas.

f) Número de macollas (NM1 determinado el 20/09/2018 y NM2 determinado el 07/12/2018): se contabilizó el total de macollas por planta una vez que la biomasa aérea fue cortada a 5 cm del ras del suelo.

g) Número de semillas por planta (NSP1 determinado el 16/04/2018 y NSP2 determinado el 18/01/2019): se cosecharon las varas florales maduras y se trillaron manualmente para obtener las semillas (cariopsis

desnudos), luego se pesó una fracción y se contabilizó la cantidad de semillas que contenía. A continuación, para conocer la cantidad de semillas producidas por planta se realizó una estimación numérica considerando el peso de todas las semillas cosechadas por individuo.

h) Peso de mil semillas (PMS1 determinado el 16/04/2018 y PMS2 determinado el 18/01/2019): a partir de una fracción de semillas (cariopsis desnudos) previamente pesadas y contabilizadas, se realizó una estimación del peso de mil semillas.

Las diferencias entre tratamientos fueron evaluadas mediante ANOVA y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico InfoStat versión 2016 (Di Rienzo et al., 2016).

RESULTADOS

El porcentaje de supervivencia luego de tres

meses de la implantación (Figura 2) no mostró diferencias significativas entre las especies y en todos los casos fue superior al 78 %.

Variables estructurales

El primer conteo del número de varas florales (NVF1, tabla 1), mostró el mayor valor en *P. coloratum* (86 varas) que difirió significativamente ($p < 0,05$) del resto de las especies. En cuanto al menor NVF1, fue obtenido por *L. crinita* de Gral. Alvear (22 varas), la cual mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) con *P. coloratum* y *E. superba*. El resto de las especies mostraron valores intermedios, destacándose que las especies nativas *P. caespitosum* y *L. crinita* de Puelén presentaron valores cercanos a las exóticas. En la segunda evaluación del NVF2 (tabla 2) *P. coloratum* mostró el mayor valor (107 varas) y difirió significativamente ($p < 0,05$) de *P. caespitosum* y

Tabla 1. Primera determinación del crecimiento inicial y componentes del rendimiento de semillas de forrajeras nativas e introducidas en La Pampa (periodo comprendido entre el 07/03/2018 y el 20/09/2018).

Table 1. First determination of the initial growth and yields components of native and introduced forage seeds in La Pampa (period between 03/07/2018 and 09/20/2018).

Especie	NVF1 (07/03/2018)	LVF1 (cm; 07/03/2018)	AM1 (cm; 07/03/2018)	DM1 (cm; 20/09/2018)	NM1 (20/09/2018)	NSP1 (16/04/2018)	PMS1 (g; (16/04/2018)
PP	36 (± 8) ab	71,5 (± 3,33) a	38,83 (± 2,80) ab	11 (± 2,08) a	58 (± 11) a	4539 (± 2258) d	0,069 (± 0,03) a
LC-P	35 (± 4) ab	80,5 (± 1,50) ab	29,17 (± 2,05) a	20 (± 1,15) bc	139 (± 8) b	3603 (± 1485) abcd	0,123 (± 0,02) a
LC-GA	22 (± 5) a	86,5 (± 2,47) bc	28,67 (± 0,93) a	18,67 (± 1,67) ab	80 (± 3) ab	3799 (± 454) bcd	0,061 (± 0,03) a
EC	24 (± 5) ab	108,5 (± 1,15) d	46,17 (± 3,90) bc	27,33 (± 1,45) c	328 (± 18) c	494 (± 121) ab	0,186 (± 0,00) ab
DE	47 (± 5) ab	122,33 (± 2,67) e	54,50 (± 3,55) c	25 (± 2,52) bc	113 (± 29) ab	792 (± 382) abc	0,196 (± 0,05) ab
ES	55 (± 6) b	93,5 (± 0,76) c	45,67 (± 0,67) bc	20,67 (± 1,45) bc	76 (± 4) ab	4318 (± 1340) d	0,305 (± 0,05) ab
PC	86 (± 10) c	88,17 (± 4,26) bc	46,50 (± 5,07) bc	27,67 (± 1,20) c	122 (± 12) ab	4007 (± 643) cd	0,441 (± 0,08) b
TD	31 (± 6) ab	90,5 (± 2,02) bc	34,17 (± 1,76) ab	22,67 (± 1,45) bc	110 (± 13) ab	273 (± 167) a	0,437 (± 0,08) b

En una misma columna, letras iguales indican que no hay diferencias significativas, Tukey ($p < 0,05$). Los valores indicados entre paréntesis, corresponden al Error Estándar de los datos obtenidos. Las siglas proporcionadas a las especies son: *Leptochloa crinita* población de General Alvear, Mendoza (LC-GA), *Leptochloa crinita* población de Puelén, La Pampa (LC-P), *Pappophorum caespitosum* (PP), *Eragrostis curvula* (EC), *Eragrostis superba* (ES), *Tetrachne dregei* (TD), *Digitaria eriantha* (DE) y *Panicum coloratum* (PC). Las siglas proporcionadas a las variables son: Número de varas florales (NVF1), Longitud de varas florales (LVF1), Altura de mata (AM1), Diámetro de mata (DM1), Número de macollas (NM1), Número de semillas por planta (NSP1) y Peso de mil semillas (PMS1).

In the same column, equal letters indicate that there are no significant differences, Tukey ($p < 0,05$). The values indicated in parentheses correspond to the Standard Error of the data obtained. The acronyms provided to the species are: *Leptochloa crinita* population of General Alvear, Mendoza (LC-GA), *Leptochloa crinita* population of Puelén, La Pampa (LC-P), *Pappophorum caespitosum* (PP), *Eragrostis curvula* (EC), *Eragrostis superba* (ES), *Tetrachne dregei* (TD), *Digitaria eriantha* (DE) and *Panicum coloratum* (PC). The acronyms provided to the variables are: number of floral stems (NVF1), Length of floral stems (LVF1), Canopy height (AM1), Canopy diameter (DM1), Number of tillers (NM1), Number of seeds per plant (NSP1) and Weight of thousand seeds (PMS1).

L. crinita de Puelén. La especie con menor número de varas florales fue *P. caespitosum* (23 varas), la cual mostró diferencias significativas ($p<0,05$) con *P. coloratum*, *T. dregei* y *E. curvula*. El resto de las especies tuvieron valores intermedios, con incrementos del número de varas respecto a la medición anterior.

En la primera medición de longitud de vara floral (LVF1, tabla 1), se observó que la mayor longitud obtenida fue para *D. eriantha* (122,33 cm), mostrando diferencias significativas ($p<0,05$) con las demás especies, las cuales presentaron menor porte. Las especies con menor LVF1 fueron las nativas *P. caespitosum* (71,5 cm) y *L. crinita* de Puelén (80,5 cm), que difirieron significativamente del resto de especies. En la segunda medición de LVF2 (tabla 2), las especies *P. coloratum* (133,33 cm) y *D. eriantha* (128,83 cm) presentaron los

mayores valores, estas no difirieron entre sí, pero lo hicieron con el resto ($p<0,05$). El menor valor de LVF2 fue para *P. caespitosum* (75,33 cm), especie que mostró diferencias significativas con las demás. Las restantes especies obtuvieron valores intermedios, destacando incrementos en la LVF2 respecto a LVF1.

En cuanto a la primera medición de altura de mata (AM1; tabla 1), se determinó que el mayor valor obtenido fue para *D. eriantha* (54,5 cm) mostrando diferencias significativas ($p<0,05$) con todas las especies nativas y la exótica *T. dregei*. La especie con menor AM1 fue *L. crinita* población de Puelén (29,17 cm) y de Gral. Alvear (28,67 cm). Respecto a la segunda medición de AM2 (tabla 2), se observó que el mayor valor obtenido fue para *D. eriantha* (87,33 cm) mostrando diferencias significativas

Tabla 2. Segunda determinación del crecimiento inicial y componentes del rendimiento de semillas de forrajeras nativas e introducidas en La Pampa (periodo comprendido entre el 07/12/2018 y el 18/01/2019).

Table 2. Second determination of the initial growth and yields components of native and introduced forage seeds in La Pampa (period between 07/12/2018 and 18/01/2019).

Especie	NVF2 (07/12/2018)	LVF2 (cm; 07/12/2018)	AM2 (cm; 07/12/2018)	DM2 (cm; 07/12/2018)	NM2 (07/12/2018)	NSP2 (18/01/2019)	PMS2 (g; 18/01/2019)
PP	23 (± 5) a	75,33 ($\pm 0,60$) a	42 ($\pm 8,33$) a	12,33 ($\pm 2,33$) a	51 (± 8) a	22230 (± 3651) bc	0,158 ($\pm 0,01$) ab
LC-P	51 (± 6) ab	96,17 ($\pm 1,69$) b	42,67 ($\pm 1,76$) a	27,67 ($\pm 1,45$) b	157 (± 9) b	19794 (± 3237) abc	0,190 ($\pm 0,02$) ab
LC-GA	57 (± 5) abc	94,67 ($\pm 0,67$) b	33,67 ($\pm 1,67$) a	28,67 ($\pm 1,20$) b	129 (± 19) b	12890 (± 7614) bcd	0,123 ($\pm 0,04$) a
EC	78 (± 7) bc	109,67 ($\pm 3,35$) c	41,33 ($\pm 3,76$) a	35,67 ($\pm 4,26$) b	333 (± 4) c	4212 (± 766) ab	0,162 ($\pm 0,02$) ab
DE	68 (± 7) abc	128,83 ($\pm 4,10$) d	87,33 ($\pm 7,06$) b	30 ($\pm 1,15$) b	126 (± 30) b	2108 (± 491) a	0,268 ($\pm 0,07$) ab
ES	78 (± 8) bc	90 ($\pm 4,58$) b	41 ($\pm 3,46$) a	28 ($\pm 5,77$) b	125 (± 15) ab	2910 (± 551) ab	0,355 ($\pm 0,10$) abc
PC	107 (± 23) c	133,33 ($\pm 1,92$) d	65,67 ($\pm 10,40$) ab	38 ($\pm 2,31$) b	153 (± 9) b	3224 (± 1049) ab	0,659 ($\pm 0,16$) c
TD	86 (± 15) bc	98,5 ($\pm 1,26$) bc	53,33 ($\pm 11,70$) ab	32,67 ($\pm 2,33$) b	169 (± 12) b	25297 (± 6667) c	0,529 ($\pm 0,08$) bc

En una misma columna, letras iguales indican que no hay diferencias significativas, Tukey ($p<0,05$). Los valores indicados entre paréntesis, corresponden al Error Estándar de los datos obtenidos. Las siglas proporcionadas a las especies son: *Leptochloa crinita* población de General Alvear, Mendoza (LC-GA), *Leptochloa crinita* población de Puelén, La Pampa (LC-P), *Pappophorum caespitosum* (PP), *Eragrostis curvula* (EC), *Eragrostis superba* (ES), *Tetrachne dregei* (TD), *Digitaria eriantha* (DE) y *Panicum coloratum* (PC). Las siglas proporcionadas a las variables son: Número de varas florales (NVF2), Longitud de varas florales (LVF2), Altura de mata (AM2), Diámetro de mata (DM2), Número de macollas (NM2), Número de semillas por planta (NSP2) y Peso de mil semillas (PMS2).

In the same column, equal letters indicate that there are no significant differences, Tukey ($p<0,05$). The values indicated in parentheses correspond to the Standard Error of the data obtained. The acronyms provided to the species are: *Leptochloa crinita* population of General Alvear, Mendoza (LC-GA), *Leptochloa crinita* population of Puelén, La Pampa (LC-P), *Pappophorum caespitosum* (PP), *Eragrostis curvula* (EC), *Eragrostis superba* (ES), *Tetrachne dregei* (TD), *Digitaria eriantha* (DE) and *Panicum coloratum* (PC). The acronyms provided to the variables are: number of floral stems (NVF2), Length of floral stems (LVF2), Canopy height (AM2), Canopy diameter (DM2), Number of tillers (NM2), Number of seeds per plant (NSP2) and Weight of thousand seeds (PMS2).

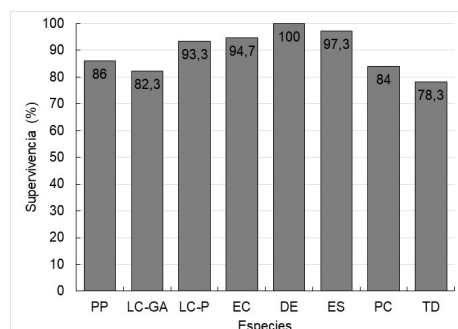


Figura 2. Porcentaje de supervivencia por especie, evaluado durante el periodo posterior a la implantación. Las siglas proporcionadas a las especies son: *Leptochloa crinita* población de General Alvear, Mendoza (LC-GA), *Leptochloa crinita* población de Puelén, La Pampa (LC-P), *Pappophorum caespitosum* (PP), *Eragrostis curvula* (EC), *Eragrostis superba* (ES), *Tetrachne dregei* (TD), *Digitaria eriantha* (DE) y *Panicum coloratum* (PC).

Figure 2. Percentage of survival by species, evaluated during the post-implantation period. The acronyms provided to the species are: *Leptochloa crinita* population of General Alvear, Mendoza (LC-GA), *Leptochloa crinita* population of Puelén, La Pampa (LC-P), *Pappophorum caespitosum* (PP), *Eragrostis curvula* (EC), *Eragrostis superba* (ES), *Tetrachne dregei* (TD), *Digitaria eriantha* (DE) and *Panicum coloratum* (PC).

($p < 0,05$) con las demás especies, excepto con *P. coloratum* (65,67 cm) y *T. dregei* (53,33 cm).

En relación al diámetro de mata (DM1; tabla 1), se obtuvieron los mayores valores en *P. coloratum* (27,67 cm) y en *E. curvula* (27,33 cm), presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) con las especies de menor diámetro: *P. caespitosum* (11 cm) y *L. crinita* de Gral. Alvear (18,67 cm). En cuanto a la segunda medición, DM2 (tabla 2), *P. coloratum* (38 cm) tuvo el mayor diámetro, difiriendo significativamente de *P. caespitosum* (12,33 cm). Esta última incrementó levemente su diámetro de mata respecto a DM1.

Los resultados del número de macollas (NM1; tabla 1), manifestaron la superioridad de *E. curvula* (328 macollas) que mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de las gramíneas. En cuanto a la especie con menor NM1 fue *P. caespitosum* (58 macollas), la cual mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) con *L. crinita* de Puelén y *E. curvula*. En el segundo recuento del NM2 (tabla 2), *E. curvula* mostró una cantidad de macollas superior (333

macollas) difiriendo significativamente ($p < 0,05$) con todas las especies analizadas. Finalmente, en coincidencia con el resultado de la fecha anterior, *P. caespitosum* (51 macollas) presentó el menor número de macollas, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de las especies.

Componentes del rendimiento de semillas

El número de semillas por planta (NSP1; tabla 1), mostró que el mayor valor obtenido fue para *P. caespitosum* (4539 semillas) y *E. superba* (4318 semillas), las cuales presentaron diferencias significativas con *D. eriantha* (792 semillas), *E. curvula* (494 semillas) y *T. dregei* (273 semillas). En cuanto a la especie con menor NSP1 fue *T. dregei* la que tuvo diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de las especies, a excepción de *D. eriantha* y *E. curvula*.

En cuanto a NSP2 (Tabla 2), *T. dregei* tuvo la mayor producción de semillas por planta (25297 semillas), presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de las especies exóticas. La especie con menor NSP2 fue *D. eriantha* (2108 semillas), la cual tuvo diferencias significativas ($p < 0,05$) con *T. dregei* y *P. caespitosum* (22230 semillas). Todas las especies mostraron un incremento respecto a la fecha anterior.

El peso de mil semillas (PMS1; tabla 1), resultó superior en *P. coloratum* (0,441 g) y *T. dregei* (0,437 g), especies que presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) con *L. crinita* de Puelén (0,123 g), *P. caespitosum* (0,069 g) y *L. crinita* de Gral. Alvear (0,061 g), siendo estas dos últimas especies las de menor PMS1. Respecto al PMS2 (Tabla 2), el mayor valor fue para *P. coloratum* (0,659 g), que en coincidencia con la primera medición mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de las especies, excepto con *T. dregei* (0,529 g) y *E. superba* (0,355 g). Finalmente, la especie con menor PMS2 fue *L. crinita* de Gral. Alvear (0,123 g), la cual mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) solo con *P. coloratum* y *T. dregei*. Cabe destacar que todas las especies mostraron un incremento en el PMS respecto a la cosecha anterior.

DISCUSIÓN

Las gramíneas megatérmicas en general son más exitosas para desarrollarse en ambientes

áridos y semiáridos que las invernales. Según Stritzler et al. (2007) en las últimas tres décadas se han introducido y evaluado en el país una gran cantidad de gramíneas perennes estivales con características forrajeras. Quiroga (2011), indica que las especies nativas, tienen características morfológicas y fisiológicas que les otorgan una gran capacidad para prosperar y adquirir recursos en ambientes limitantes, incluso indica la existencia de variabilidad en caracteres de interés agronómico en individuos de una misma especie, lo que las hace factibles de ser consideradas en programas de domesticación y mejoramiento.

El elevado porcentaje de supervivencia podría deberse a las adaptaciones fisiológicas propias de las especies megatérmicas, como soportar temperaturas elevadas y períodos de sequía mediante un eficiente uso del agua, alta resistencia estomática a la pérdida de humedad, bajos requerimientos nutricionales para su crecimiento y un sistema fotosintético que maximiza la asimilación de CO₂ (Stritzler et al., 2007; Bandera et al., 2013). Dichas características en su conjunto, les confieren a estas especies la posibilidad de desarrollarse en ambientes adversos, como los áridos y semiáridos.

Variables estructurales

P. coloratum resultó la especie con el mayor NVF1, este valor es considerado normal, ya que según Veneciano (2006) las cañas florales exceden largamente de 50 por planta. El valor más bajo de NVF1 correspondió a *L. crinita* de Gral. Alvear; Rúgolo de Agrasar et al. (2005) y Gil Báez et al. (2015) indicaron que *L. crinita* presentó un número menor de varas florales que las obtenidas en este estudio, lo que evidencia que en este trabajo se obtuvo un elevado crecimiento y desarrollo de las plantas en el primer ciclo fenológico. Las especies nativas *P. caespitosum* y *L. crinita* de Puelén presentaron valores cercanos a las exóticas, dato importante a considerar para el diseño de estrategias de manejo que incorporen el uso de nativas, favoreciendo la dispersión natural y producción de semillas para recuperar la cobertura y producción de forraje. De esta manera, se podría mejorar la capacidad productiva de zonas áridas

y semiáridas para el pastoreo y la estabilidad del sistema luego de un disturbio (Blanco et al., 2013).

En NVF2 el mayor número de varas florales fue para *P. coloratum*. Al igual que en la primera fecha de muestreo, *P. coloratum* excedió ampliamente de 50 varas florales por planta coincidiendo con lo reportado por Veneciano (2006). Todas las especies aumentaron el NVF2 respecto a la primera evaluación (NVF1) excepto *P. caespitosum*, lo que podría deberse a que necesita una temperatura media mayor a 15 °C para lograr un desarrollo normal (Berone, 2016), y en el periodo evaluado se determinó que la temperatura media fue de 13 °C (SIGA, 2019), viéndose afectado de esta manera el crecimiento de *P. caespitosum*.

En LVF1 *D. eriantha* presentó la mayor longitud, en tanto que las especies con menor LVF1 fueron las nativas. Rúgolo de Agrasar et al. (2005) y Gil Báez et al. (2015) indicaron para *L. crinita* y *P. caespitosum* longitudes de varas florales inferiores a las registradas en este trabajo, lo cual demuestra un buen crecimiento de las plantas evaluadas y la plasticidad ambiental de estas especies nativas. En LVF2 *P. coloratum* y *D. eriantha* presentaron las mayores longitudes. En el caso de *P. coloratum* normalmente tiene varas florales con longitudes entre 60 a 100 cm (Veneciano, 2006), por lo que las dimensiones obtenidas indicarían un elevado crecimiento de las plantas. *D. eriantha* alcanza una longitud normal para la especie, pero superior a la medición anterior, lo que evidencia un óptimo crecimiento. La menor LVF2 fue para *P. caespitosum*, lo que podría representar una mayor dificultad para ser cosechado con maquinaria ante una eventual domesticación.

D. eriantha presentó la mayor AM1, resultado que refleja las características morfológicas propias de la especie. Según Torres Carbonell y Marinissen (2010), *D. eriantha* forma matas voluminosas de porte semierecto y presenta crecimiento vigoroso. La menor AM1 correspondió a ambas poblaciones de *L. crinita*, las cuales evidenciaron un crecimiento lento en el periodo posterior a la implantación, razón por la cual habitualmente se prefieren especies introducidas en el momento de toma de

decisiones para implantar una pastura y mejorar su oferta forrajera. También cabe destacar que *P. caespitosum* tuvo mayor altura de mata que la exótica *T. dregei*, debido a que esta última presenta menor velocidad de crecimiento inicial (Torres Carbonell y Marinissen, 2010). En AM2 el mayor valor obtenido fue para *D. eriantha*; al igual que en la medición anterior, esto es debido a la arquitectura propia de *D. eriantha* que tiene porte semierecto, con un vigoroso crecimiento de su biomasa aérea (Torres Carbonell y Marinissen, 2010).

En relación a DM1 y DM2, Los resultados muestran que *P. coloratum* y *E. curvula* exhiben una aptitud para extenderse horizontalmente y ocupar espacios libres, compitiendo así eficientemente con las especies de su entorno (Bandera et al., 2013).

Respecto a NM1 y NM2, *E. curvula* mostró una cantidad de macollas superior a las demás especies, esto responde a un desarrollo normal del ciclo fenológico de *E. curvula*, ya que según Bandera et al. (2013) la máxima producción de la especie coincide con el periodo primaveral.

Componentes del rendimiento de semillas

En NSP1, las especies nativas mostraron buen rendimiento en la producción de semillas en comparación con las especies introducidas, lo que evidencia una buena capacidad de diseminación y propagación temprana. Trabajos realizados por Ruiz y Covas (2009) y Ruiz et al. (2009) mencionan que las especies evaluadas suelen tener producciones de semillas más altas que las obtenidas en este primer periodo. Según Bandera et al. (2013), esta menor producción de semillas se debe a los efectos combinados del estrés inicial luego de la implantación y la falta de temperaturas necesarias (limitada acumulación de grados/días) para que se completara el óptimo desarrollo y maduración de las semillas. En NSP2, la especie que presentó mejor performance fue *T. dregei*, mostrando que si bien es más lenta en crecer, tiene una muy buena capacidad de diseminación posterior. Según Hoare (2004), *T. dregei* tiene dificultades para propagarse naturalmente por semilla en suelos duros y germina fácilmente en sitios con grava o mantillo en superficie, por lo

tanto, aunque en este ensayo fue la especie con mayor producción de semillas, su establecimiento puede verse restringido por limitantes edáficas. Es importante resaltar la alta producción de semillas que tuvieron las especies nativas, rasgo de interés para diseñar y planificar estrategias de siembra y/o rehabilitación que favorezcan la resiembra natural mediante prácticas de manejo adecuadas y descansos óptimos del pastoreo para lograr su floración y dispersión de semillas (Morici et al., 2009). En general, en NSP2, todas las especies mostraron un incremento respecto a NSP1, ya que fueron beneficiadas por una acumulación de grados día favorable y además en este caso las plantas no sufrieron el estrés inicial, propio del proceso de implantación. Coincidiendo con estos resultados, Gil Báez et al. (2015), observaron abundante producción de semillas en poblaciones de zonas áridas de *L. crinita*, además, señalaron una excelente capacidad de la especie para la resiembra natural.

El PMS1 y PMS2 fue superior en *P. coloratum*, dicho resultado podría deberse a que el cultivar de *P. coloratum* utilizado, fue obtenido a partir de germoplasma seleccionado por el mayor tamaño seminal (Petruzzi et al., 2003; Veneciano, 2006). *T. dregei*, que también presentó un alto PMS1 y PMS2. Para esta especie se ha indicado que las espiguillas procedentes de racimos medios, manifiestan mayor peso que las de racimos apicales y basales (Veneciano, 2006). Bajo esta situación, el valor del peso es variable dependiendo de donde se recolecten las semillas, por lo que para este trabajo se ponderó el valor de todo el racimo. Las especies nativas no han sufrido un proceso de selección, por lo que su peso respondió a características morfológicas condicionadas por su evolución natural en ambientes áridos y semiáridos, fundamentalmente influenciadas por la disponibilidad hídrica y temperaturas del sitio (Dalmasso, 1994; Golberg et al., 2011). Las especies nativas, y en particular *L. crinita* de Gral. Alvear, presentaron el menor PMS1 y PMS2, lo cual podría ser una desventaja para la implantación, considerando que el menor tamaño de las plántulas puede estar relacionado al menor tamaño de los cariopsis, y por

consiguiente plántulas con menor capacidad para competir con otras especies vegetales durante su emergencia y crecimiento inicial (Zabala et al., 2011). PMS2 fue superior en general para todas las especies respecto de PMS1, esto se debería a que la acumulación de grados/día fue mayor y también la recurrencia de eventos de precipitación (Doria, 2010; SIGA, 2019).

Si bien todas las especies presentaron elevada supervivencia, para las variables estructurales evaluadas como número de varas florales, longitud de vara floral, altura de mata, diámetro de mata y número de macollas, las especies introducidas en general mostraron una superioridad respecto a las nativas, siendo estas últimas más eficientes en la fase reproductiva, ya que presentaron mayor número de semillas por planta.

CONCLUSIONES

Todas las especies de gramíneas megatérmicas evaluadas presentaron adaptaciones morfo-fisiológicas que les permitieron tener una elevada supervivencia luego de la implantación. Estas especies constituyen un valioso recurso, que permite atenuar el impacto de la variabilidad climática y el inadecuado manejo sobre los frágiles sistemas de la región árida y semiárida del país.

En general, las especies introducidas mostraron una mejor propagación por macollamiento durante el primer año de implantación, mientras que las especies nativas evidenciaron una mejor capacidad reproductiva por medio de una elevada producción de semillas. Las especies nativas demuestran adaptabilidad y plasticidad al producir muchas semillas, ya que estas permanecen disponibles en el BSS y así, cuando las condiciones ambientales son favorables, germinan y se implantan. En cambio, las introducidas tienden a ocupar suelos principalmente por macollamiento y crecimiento de matas.

Los resultados corresponden al primer año de análisis y recolección de datos, por lo que en una primera instancia permiten justificar el uso forrajero de algunas gramíneas introducidas, pero también evidencian la necesidad de seguir

generando conocimientos respecto a las gramíneas nativas que muestran características de interés como forrajeras, en la recuperación de pastizales degradados y la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas áridos y semiáridos. Es por esto que para lograr un mayor alcance del presente trabajo, se deberían continuar investigando las gramíneas durante más ciclos de crecimiento y así comprender la evolución posterior a la implantación en el sitio de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Bandera, R., Bertram, N., Bolleta, A., Chiacchiera, S., Ferri, J., Galíndez, G.,... et al. (2013). *Las gramíneas forrajeras megatérmicas en la región templada de Argentina*. EEA INTA Pergamino. Pergamino, Buenos Aires.
- Belmonte, M., Casagrande, G., Deanna, M., Olguin, R., Farrell, A. y Babinec, F. (2017). Estadísticas agroclimáticas de la EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Periodo 1973-2016. Publicación técnica N° 104. INTA Ediciones. Anguil, La Pampa.
- Berone, G. (2016). Expansión y recambio foliar de gramíneas perennes C4 creciendo a temperaturas moderadamente bajas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 48(2), 69-82
- Blanco, L., P. Namur, C. Ferrando, A. Rettore, R. Ávila, J. Molina y E. Oriente. (2013). Evolución de la vegetación después del rolado y siembra de pastos nativos en La Rioja. Actas del VI Congreso Nacional de Patizales, "Los pastizales y el hombre". Santa rosa, La Pampa, Argentina.
- Bravo, S., A. Giménez, C. Kunst y G. Moglia. (2003). El fuego y las plantas. En C. Kunst, S. Bravo y J. L. Panigatti (Eds). *Fuego en los sistemas argentinos* (Cap. 6, pp. 61-70). INTA. Santiago del Estero, Argentina.
- Breit, M. y Poey, M. (2019). Digitaria. En Forrajeras cultivadas anuales y perennes más difundidas en la provincia de La Pampa, (Cap. 4, pp. 21-22). INTA Ediciones. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Anguil, La Pampa.
- Cabrera, A. (1976). *Regiones fitogeográficas argentinas*. En Enciclopedia Argentina Agricultura y Ganadería, (Tomo II, Fasc. 1, pp. 1-85). Acmé SACI. Argentina.
- Cano, E. (1988). *Pastizales Naturales de La Pampa*. Tomo I. CREA.
- Dalmasso, A. (1994). Fenología de cinco gramíneas nativas de interés forrajero *Pappophorum caespitosum*, *Trichloris crinita*, *Setaria leucopila*, *Digitaria californica* y *Diplachne dubia*. *Multequina*, (3), 9-34.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. (2016). InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, Facultad Ciencias

- Gonzalez, M. E., Ernst, R. D. y Ruiz, M. A. Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. <http://www.infostat.com.ar> (07/08/2017).
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultrop*, Vol 31. La Habana, Cuba.
- Dussart, E., Chirino, C., Morici, E. y Peinetti, R. (2011). Reconstrucción del paisaje del caldenal pampeano en los últimos 250 años. *Quebracho*, 19, 54-65.
- Estell, R., Havstad, K., Cibils, A., Fredrickson, E., Anderson, D., Schrader, T. & James, D. (2012). Increasing shrub use by livestock in a world with less grass. *Rangeland Ecology Management*, 65, 553-562.
- Estelrich, H., Fernandez, B., Morici, E. y Chirino, C. (2005). Persistencia de los cambios provocados por los fuegos controlados en diferentes estructuras de bosque de Caldén (*Prosopis caldenia* Burkat). *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam.*, 16, (1/2), 23-30.
- Estelrich, H. y Castaldo, A. (2014). Receptividad y carga ganadera en distintas micro regiones de la provincia de La Pampa (Argentina) y su relación con las precipitaciones. *Semiárida*, 24(2), 7-19.
- Gil Báez, C., Ordinola Agüero, R., Ernst, R. y Ruiz, M.. (2015). Caracterización morfológica, biomasa aérea y calidad en distintas poblaciones de *Trichloris crinita*. *Archivos de Zootecnia*, 64(245), 49-56.
- Golberg, A., Ruiz, M., Quiroga, A. y Fernández, O. (2011). ¿Qué le sucede a un cultivo cuando no llueve?. INTA Ediciones. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Anguil, La Pampa.
- Hoare, D. (2004). *Eragrostis superba* Peyr. Gramineae. www.fao.org.
- Leonhardt, D. y Blain, G. (2019). Pasto Llorón. En *Cap 9: Forrajes cultivadas anuales y perennes más difundidas en la provincia de La Pampa* (pp. 41-45). INTA Ediciones. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Anguil, La Pampa.
- Morici, E. (2006). *Efecto de la estructura del pastizal sobre el banco de semillas de gramíneas en el bosque de caldén (Prosopis caldenia) de la provincia de La Pampa (Argentina)*. [Tesis Doctoral en ganadería Ecológica, Universidad de Córdoba, España]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=55669>
- Morici, E., Doménech García, V., Gómez Castro, G., Kin, A., Saenz, A. y Rabotnikof, C. (2009). Diferencias estructurales entre parches de pastizal del caldenal y su influencia sobre el banco de semillas, en la provincia de La Pampa, Argentina. *Agrociencia*, 43, 529-537.
- Nazar Anchorena, J. (1988). *Pastizales naturales de La Pampa. Manejo en regiones semiáridas*. Tomo II. Convenio AACREA – Provincia de La Pampa. Argentina.
- Paredes, S. y Lehr, F. (2019). Mijo Perene. En *Cap. 8: Forrajes cultivadas anuales y perennes más difundidas en la provincia de La Pampa* (pp. 37-39). INTA Ediciones. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Anguil, La Pampa.
- Petruzzi, H., Stritzler, N., Adema, E., Ferri, C. y Pagella, J. (2003). Mijo perenne. INTA Ediciones. Publicación Técnica N° 51, 28 p.
- Prieto, S. y Ves Losada, J. (2006). Efecto del fuego sobre la fauna edáfica en un área del Caldénal de la provincia de La Pampa, Argentina. INTA. Publicación Técnica N° 68, 1-26.
- Quiroga, E. (2011). Variación morfológica en once poblaciones del pasto nativo *Trichloris crinita*. INTA EEA, Catamarca. Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal*, 31, 539.
- Quiroga, E., Blanco, L. y Oriente, E. (2009). Evaluación de estrategias de rehabilitación de pastizales áridos. Asociación Argentina de Ecología. *Ecología Austral*, 19, 107-117.
- Rabotnikof, C., Sáenz, A., Morici, E. y Lentz, B. (2013). Efecto de la quema invernal sobre el valor nutritivo de especies codominantes del pastizal mixto del caldenal en la región semiárida central de Argentina. Universidad Nacional de La Pampa. *Revista Facultad de Agronomía UNLPam.*, 22, 67-72.
- Rauber, R., Steinaker, D., Demaría, M. y Arroyo, D. (2014). Factores asociados a la invasión de pajás en bosques de la región semiárida central argentina. *Ecología Austral*, 24, 320-326.
- Roberto, Z., Frasier, E., Goyeneche, P., González, F. y Adema, E. (2008). Evolución de la carga animal en la provincia de la Pampa. Publicación Técnica N° 74. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Anguil, La Pampa.
- Rúgolo de Agrasar, R., Steibel, P. y Troiani, H.. (2005). *Manual ilustrado de las gramíneas de la provincia de La Pampa*. Río Cuarto. Ed. de la Universidad Nacional de La Pampa.
- Ruiz, M. y Covas, G. (2009). Producción de semilla de *Tetrachne dregei*. Efecto del riego y la fertilización nitrogenada. 32° Congreso Argentino de Producción Animal. Malargüe, Mendoza. 14 al 16 sept. *Revista Argentina de Producción Animal*, 29 (Supl. 1), 497-498.
- Ruiz, M., Rossi, M. y Petruzzi, H. (2009) Producción de forraje y semilla de *Panicum coloratum*: fecha de cosecha y fertilización. 32° Congreso Argentino de Producción Animal. Malargüe, Mendoza. 14 al 16 sept. *Revista Argentina de Producción Animal*, 29 (Supl. 1), 498-499.
- Sage, R. (2004). The evolution of C4 photosynthesis. *New Phytologist*, 161, 341-370.
- Sala, O., Vivanco, L. & Flouham, P. (2013). *Grassland Ecosystems*. Encyclopedia of Biodiversity. 4, 1-7.
- Sipowicz, A. (1994). Ecología y manejo del fuego en el ecosistema del Caldénal. Boletín de Divulgación N° 51. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Anguil, La Pampa.
- Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica [SIGA]. (2019). Datos Agrometeorológicos.

- Disponible al 20/08/2019. Blanca. EEA Bahía Blanca, INTA. Bahía Blanca. 13, 1-3.
<http://siga2.inta.gov.ar/#!/data>
- Stritzler, N. (2010). Producción y calidad de especies forrajeras megatérmicas. Actas de la jornada a campo ¿Cómo pasar el invierno?: Megatérmicas, disponibilidad forrajera: el uso en diferido. Estancia San Marcos de León. La Pastoril. La Pampa. UE y DT INTA Victorica y UE y DT Inta Villa Mercedes. San Luis.
- Stritzler, N. y Petruzzi, H. (2005). Las gramíneas perennes estivales y su impacto productivo en la región pampeana semiárida. *Forrajes*, (2005), 99-116.
- Stritzler, N., Petruzzi, H., Frasinelli, C., Veneciano, J., Ferri, C. y Viglizzo, E. (2007). Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal. *Revista Argentina de Producción Animal*, 27(2), 111-123.
- Torres Carbonell, C. y Marinissen, A. (2010). Pasturas perennes megatérmicas: en la región de Bahía
- Ulrich, S. (2009). Evaluación de una población de *Sorghastrum pellitum* (Hack.) Parodi, hasta su reintroducción en áreas medanosas [Tesis Ingenieria en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa]. La Pampa, Argentina.
- Vázquez P., Adema, E. y Aimar, S. (2013). Dinámica de la fenología de la vegetación a partir de series temporales de NDVI de largo plazo en la provincia de La Pampa. *Ecología Austral*, 23, 77-86.
- Veneciano J. 2006. Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y productividad. Inf. Técnica N° 171. EEA San Luis, INTA. San Luis, Argentina.
- Zabala, J., Widenhorn, P. & Pensiero, F. (2011b) Germination patterns of species of the genus *Trichloris* in arid and semiarid environments. *Seed Science and Technology*, 39, 338-353.